

Requested Patent: JP11089145A
Title: PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR ;
Abstracted Patent: JP11089145 ;
Publication Date: 1999-03-30 ;
Inventor(s): NARITA KENJI ;
Applicant(s): FUJITSU GENERAL LTD ;
Application Number: JP19970262741 19970910 ;
Priority Number(s): JP19970262741 19970910 ;
IPC Classification: H02K1/27; H02K1/22; H02K21/14; H02K29/00 ;
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enlarge the reluctance torque of a permanent magnet type motor and to improve the efficiency of the motor. **SOLUTION:** In an inner rotor-type permanent magnet type motor, a first core 13 where the permanent magnets 11 and 12 of respective magnetic poles are embedded and a second core 17, where holes 14 and 15 are formed in places corresponding to permanent magnets 11 and 12 and holes 16, are formed for the respective magnetic poles along the outer diameter side of the core 10 are overlapped by adjusting them to (d) and (q) shafts, so as to constitute a rotor core 10. In a first core 13, the two permanent magnets 11 and 12 are embedded into a chevron-shape with respect to a q-axis in a plane near the center line of the magnetic poles. A second core 17 has holes for flux barrier 14 and 15, which are contained in the holes of the permanent magnets 11 and 12 and the holes for a reluctance adjustment 16, which are dislocated from the holes 14 and 15 for flux barrier and are positioned in the outer diameter side of the rotor core 10, for the respective magnetic poles.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-89145

(43)公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

5 0 1 M

5 0 1 A

5 0 1 K

1/22

1/22

A

21/14

21/14

M

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-262741

(22)出願日

平成9年(1997) 9月10日

(71)出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72)発明者 成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

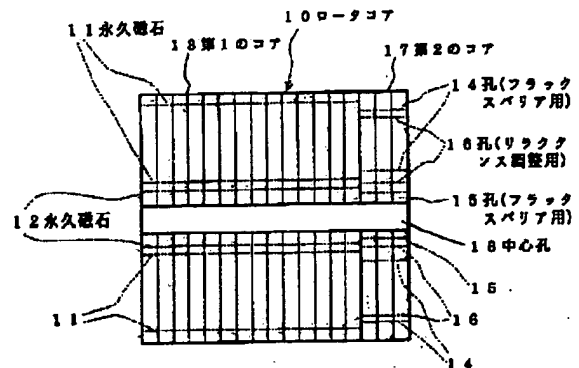
(74)代理人 弁理士 大原 拓也

(54)【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57)【要約】

【課題】 永久磁石形モータのリラクタンストルクを大きくしてモータの効率向上を図る。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石形モータにおいて、極数に合わせ、かつ各磁極の永久磁石11、12を複数個で埋設した第1のコア13と、永久磁石11、12に対抗する箇所に孔14、15を形成するとともに、各磁極毎にコア10の外径側に沿って孔16を形成した第2のコア17とをd、q軸に合わせて重ねてロータコア10を構成する。第1のコア13は2つの永久磁石11、12を磁極間の中心線寄りに、かつq軸に対してハの字に形に埋設している。第2のコア17は永久磁石11、12の孔に包含されるフラックスバリア用の孔14、15と、磁極毎にフラックスバリア用の孔14、15からはずれ、かつロータコア10の外径側に位置するリラクタン스調整用の孔16とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを、前記永久磁石形モータの極数に合わせて永久磁石を収納し、かつ各磁極の永久磁石を複数で構成したコアと、前記永久磁石を有せず、かつフラックスバリア用の孔およびリラクタンス調整用の孔のみを有するコアとで構成したことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項2】 ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記永久磁石形モータの極数に合わせ、かつ各磁極の永久磁石を複数個で埋設した第1のコアと、前記永久磁石に対抗する箇所に孔を形成するとともに、各磁極毎に前記ロータコアの外径側に沿って孔を形成した第2のコアとをd、q軸に合わせて重ねて前記ロータコアとしたことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項3】 前記第1のコアは前記永久磁石を磁極間の中心線寄りに、かつq軸に対してハの字形に埋設し、かつ2P個（P：正の整数）の永久磁石によってP極の磁極を形成し、前記第2のコアの孔は前記永久磁石の孔に包含されるフラックスバリア用のものおよび同フラックスバリア用の孔からはずれた位置のリラクタンス調整用のものである請求項2記載の磁石形モータ。

【請求項4】 前記第2のコアのフラックスバリア用の孔は、前記永久磁石を埋設する孔と平行で、かつコアの外径側に寄せるようにした請求項2または3記載の永久磁石形モータ。

【請求項5】 前記第1のコアにおいては前記永久磁石の形状孔および中心孔、前記第2のコアにおいては前記孔および中心孔を含めて電磁鋼板をプレスによって打ち抜き、該打ち抜いた電磁鋼板を積層して前記第1および第2のコアを一体とする一方、該第1のコアに前記永久磁石を埋設、着磁してなる請求項2または3記載の永久磁石形モータ。

【請求項6】 前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとした請求項1、2、3、4または5記載の永久磁石形モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石形モータに係り、特に詳しくはモータのリラクタンストルクを有効利用して高効率化を図る永久磁石形モータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の永久磁石形モータのインナーロータ構成はロータコアに永久磁石を埋設しており、例えば図5や図6に示すものが提案されている。図5に示すように、24スロットのステータコア1内のロータコア2には、当該永久磁石形モータの極数（4極）分だけ板状の永久磁石3が外径に沿って円周方向に配置され、か

つそれら隣接する永久磁石3の間に磁束の短絡、漏洩を防止するためのフラックスバリア4が形成されている。なお、5は中心孔（シャフト用の孔）である。

【0003】ここで、永久磁石3による空隙部（ステータコア1の歯と永久磁石3との間）の磁束分布が正弦波状になっているものとする、永久磁石形モータのトルクTは $T = P_n \{ \Phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5 (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$ で表される。なお、Tは出力トルク、 Φ_a はd、q座標軸上の永久磁石による電機子鎖交磁束、 L_d 、 L_q はd、q軸インダクタンス、 I_a はd、q座標軸上の電機子電流の振幅、 β はd、q座標軸上の電機子電流のq軸からの進み角、 P_n は極対数である。

【0004】前記数式において、第1項は永久磁石3によるマグネットトルクであり、第2の2項はd軸インダクタンスとg軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。詳しくは、T. IEEE Japan, Vol. 117-D, No 7, 1997の論文を参照されたい。また、図6に示すロータコア2は図5に示す永久磁石3と異なる形状の永久磁石6を有する構成になっているが、前記数式の適用は明らかである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記永久磁石形モータにおいては、d軸の磁路に透磁率の小さい永久磁石3、4がほぼ直角に介在するため、d軸インダクタンス L_d がもともと小さく、q軸の磁路に比べて比較的大きい永久磁石3、4が磁路に沿って埋込まれていることから、q軸インダクタンス L_q は L_d と大差ない。このように、q軸インダクタンス L_q が小さいことから、前記数式におけるパラメータの $(L_d - L_q)$ の値が小さくなり、したがってリラクタンストルクが小さいという欠点がある。

【0006】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的はq軸インダクタンスを大きくし、ひいてはリラクタンストルクを大きくし、モータの効率向上を図ることができるようにした永久磁石形モータを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを、前記永久磁石形モータの極数に合わせて永久磁石を収納し、かつ各磁極の永久磁石を複数で構成したコアと、前記永久磁石を有せず、かつフラックスバリア用の孔およびリラクタンス調整用の孔のみを有するコアとで構成したことを特徴としている。

【0008】この発明はステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記永久磁石形モータの極数に合わせ、かつ各磁極の永久磁石を複数個で埋設した第1のコアと、前

記永久磁石に対抗する箇所孔を形成するとともに、各磁極毎に前記ロータコアの外径側に沿って孔を形成した第2のコアとをd、q軸に合わせて重ねて前記ロータコアとしたことを特徴としている。

【0009】この場合、前記第1のコアは前記永久磁石を磁極間の中心線寄りに、かつq軸に対してハの字形に埋設し、かつ2P個(P;正の整数)の永久磁石によってP極の磁極を形成し、前記第2のコアの孔は前記永久磁石の孔に包含されるフラックスバリア用のものおよび同フラックスバリア用の孔からはずれた位置のリラクタンス調整用のものとする。また、前記第2のコアのフラックスバリア用の孔は、前記永久磁石を埋設する孔と平行で、かつコアの外径側に寄せるとよい。

【0010】さらに、前記第1のコアにおいては前記永久磁石の形状孔および中心孔、前記第2のコアにおいては前記孔および中心孔を含めて電磁鋼板をプレスによって打ち抜き、該打ち抜いた電磁鋼板を積層して前記第1および第2のコアを一体とする一方、該第1のコアに前記永久磁石を埋設、着磁するとよい。さらにまた、前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとよい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1ないし図4を参照して詳しく説明する。この発明の永久磁石形モータは、永久磁石を有するコアと同永久磁石を有しないコアとによりインナーコアを構成すれば、つまりマグネットトルクを発生するコアとリラクタンストルクを大きくするコアとでインナーコアを構成すれば、高効率のモータを得ることが可能であることに着目にしたものである。

【0012】そのため、図1ないし図3に示すように、この永久磁石形モータのロータコア10は、各磁極毎に2つの永久磁石11、12を埋設する孔を有する第1のコア(鉄心)13と、永久磁石を有せず、フラックスバリア用の孔14、15およびリラクタンス調整用の孔16のみを有する第2のコア(鉄心)17とを重ねて合わせたものである。なお、18は中心孔(シャフト用の孔)である。また、第1のコア13はロータコア10の半分以上、つまり後述する積層した長さ(全積層長)の半分以上とする。

【0013】第1のコア13の永久磁石11、12は、断面長方形で磁極間の中心線a寄りに、かつ所定角度で配置され、つまりq軸に対してハの字形に埋設される。第2のコア17に形成する孔14、15は永久磁石11、12に相対し(平行に形成し)、かつ永久磁石11、12より多少小さい形(細長い形)になっている。つまり、図4の実線および波線に示すように、第1のコア13と第2のコア17を重ね合わせ、かつd軸およびq軸を合わせて重ねるが、フラックスバリア用の孔14、15が永久磁石の形状に包含される。また、リラク

タンス調整用の孔16は、各磁極毎にフラックスバリア用の孔14、15より外径側に沿い、永久磁石11、12に対向しない位置にあり、長細い形(例えば逆円弧状の形)をしている。

【0014】なお、各磁極の永久磁石は2つであるが、それ以上であってもよい。この場合、永久磁石に合わせてフラックスバリア用の孔の数を決めるとよい。また、永久磁石11は8つであるが、2P個(P;正の整数)の永久磁石を配置してP極の磁極を形成してもよく、この場合、永久磁石に合わせてフラックスバリア用の孔の数と、リラクタンス調整用の孔の数を決め、またステータコアの巻線もそのP極の磁極に合わせて施すことになる。

【0015】図4に示すロータ構成図を参照してインダクタンスについて説明する。なお、24スロットのステータコア19には三相(U相、V相およびW相)の電機子巻線が施されているが、スロット数や電機子巻線が異なってもよい。また、ステータコア19において、例えば外径側の巻線をU相、内径側の巻線をW相、その中間の巻線をV相としている。第1のコア13においては、永久磁石11、12の占める面積が大きいことから(図4の波線;図2参照)、マグネットトルクを最大限にまで大きくすることができるが、q軸インダクタンスが小さく、つまり従来同様にリラクタンストルクが小さくなる。

【0016】第2のコア17においては、リラクタンス調整用の孔16およびフラックスバリア用の孔14、15により、q軸インダクタンス L_q を大きくし、d軸インダクタンス L_d を小さくし、リラクタンストルクのみを発生させるとともに、インダクタンスの差($L_q - L_d$)を大きく、ひいてはリラクタンストルクを大きくする。また、第2のコア17の孔14、15を永久磁石11、12に平行としていることから、フラックスバリア効果が有効に発揮され、さらにその孔14、15をロータの外径側に寄せることにより、インダクタンスの差($L_q - L_d$)がより大きくなる。

【0017】このように、主としてマグネットトルクを第1のコア13で発生し、リラクタンストルクのみを第2のコア17で発生している。したがって、第1のコア13ではリラクタンストルクを考慮せず、マグネットトルクが極力大きくなるように永久磁石11、12の大きさを決めることができ、また第2のコア17ではリラクタンストルクが最大になるように孔14、15、16を決めることができ、マグネットトルクおよびリラクタンストルクが大きくなり、効率の高いモータを得ることができる。また、永久磁石11、12の大きさ、孔14、15、16の大きさにより、所望のマグネットトルクおよびリラクタンストルクを得ることができ、つまり適応的モータトルクのモータを得ることができる。

【0018】ところで、ロータコア10にあっては、電

磁鋼板をプレスで打ち抜き積層して第1および第2のコア13, 17を一体とする一方、第1のコア13に永久磁石11, 12を埋設して着磁する。そのプレスの際に、前記永久磁石11, 12の形状孔および中心孔(シャフト用の孔)18を打ち抜けばよく、また前記フラックスバリア用の孔14, 15、リラクタンス調整用の孔16および中心孔18を打ち抜けばよいことから、製造能率を落とすことはなく、つまりコスト的には従来と変わらず、コストアップにならずに済む。また、前述により形成されるロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップ(運転効率の上昇、振動や騒音の低下)を図ることができる。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石形モータの請求項1記載の発明によると、ロータコアを、永久磁石形モータの極数に合わせて永久磁石を収納し、かつ各磁極の永久磁石を複数で構成したコアと、永久磁石を有せず、かつフラックスバリア用の孔およびリラクタンス調整用の孔のみを有するコアとで構成したので、リラクタンストルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができるという効果がある。

【0020】請求項2記載の発明によると、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心(ロータコア)を配置してなる永久磁石形モータにおいて、永久磁石形モータの極数に合わせ、かつ各磁極の永久磁石を複数個で埋設した第1のコアと、永久磁石に対抗する箇所に孔を形成するとともに、各磁極毎にロータコアの外径側に沿って孔を形成した第2のコアとをd, q軸に合わせて重ねて前記ロータコアとしたので、q軸インダクタンスを大きく、d軸インダクタンスを小さくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができる。また、マグネットトルクを大きくすることができ、結果高効率のモータを得ることができるという効果がある。

【0021】請求項3記載の発明によると、請求項2において第1のコアは永久磁石を磁極間の中心線寄りに、かつq軸に対してハの字形に埋設し、かつ2P個(P: 正の整数)の永久磁石によってP極の磁極を形成し、前記第2のコアの孔は前記永久磁石の孔に包含されるフラックスバリア用のものおよび同フラックスバリア用の孔からはずれた位置のリラクタンス調整用のものであるので、請求項2の効果に加え、リラクタンストルクを調整することができるとともに、マグネットトルクを最大限発生させることができるという効果がある。

【0022】請求項4記載の発明によると、請求項2または3において第2のコアのフラックスバリア用の孔は永久磁石を埋設する孔と平行で、かつコアの外径側に寄せてあるので、請求項2または3の効果に加え、フラックスバリア効果が有効になり、またインダクタンスに差がつくことから、より高効率のモータを得ることができるという効果がある。

【0023】請求項5記載の発明によると、請求項2または3の第1のコアにおいては前記永久磁石の形状孔および中心孔、第2のコアにおいては孔および中心孔を含めて電磁鋼板をプレスによって打ち抜き、該打ち抜いた電磁鋼板を積層して第1および第2のコアを一体とする一方、第1のコアに前記永久磁石を埋設、着磁したので、製造コストのアップを避けることができ、つまりコスト的には従来と変わらないという効果がある。

【0024】請求項6記載の発明によると、請求項1, 2, 3, 4または5においてコアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとしたので、請求項1, 2, 3, 4または5の効果に加え、例えば空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップを図ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の一形態を示す永久磁石形モータのインナーロータの概略的縦断面図。

【図2】図1に示すインナーロータの概略的部分平面図。

【図3】図1に示すインナーロータの概略的部分平面図。

【図4】図1に示すインナーロータを有する永久磁石モータの概略的平面図。

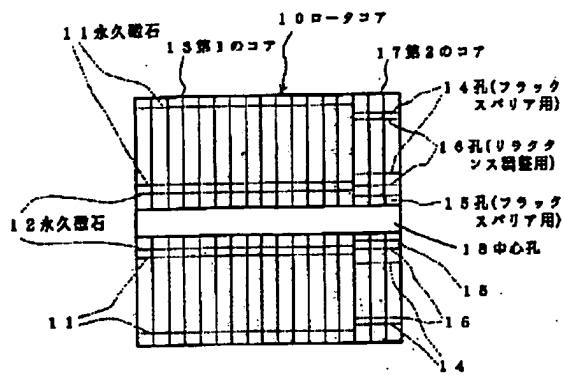
【図5】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

【図6】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

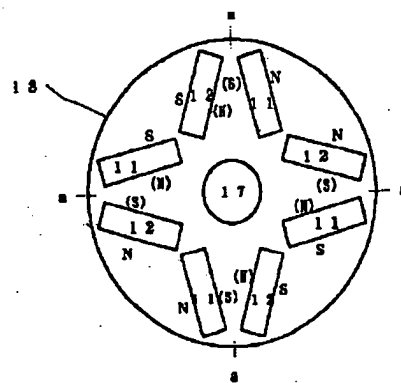
【符号の説明】

- 10 ロータコア(磁石埋込型界磁鉄心)
- 11, 12 永久磁石
- 13 第1のコア
- 14, 15 孔(フラックスバリア用)
- 16 孔(リラクタンス調整用)
- 17 第2のコア
- 18 中心孔(シャフト用)
- 19 ステータコア

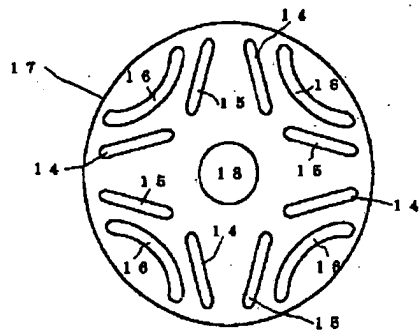
【図1】



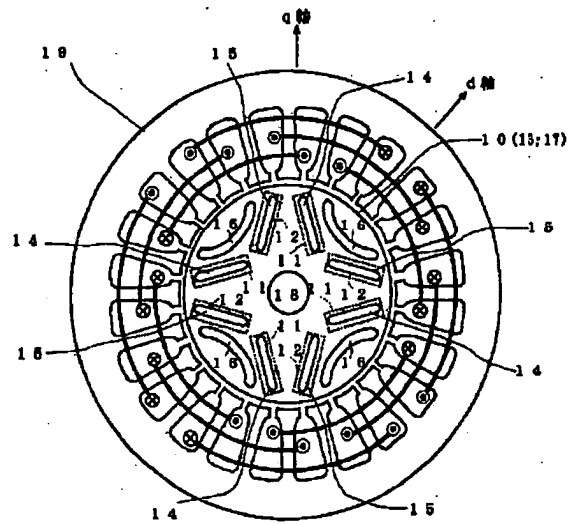
【図2】



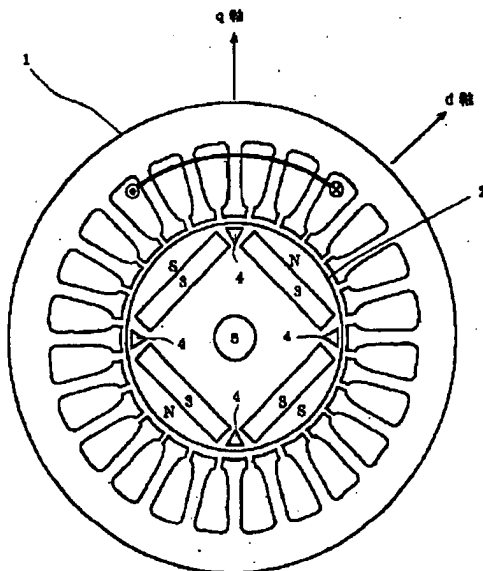
【図3】



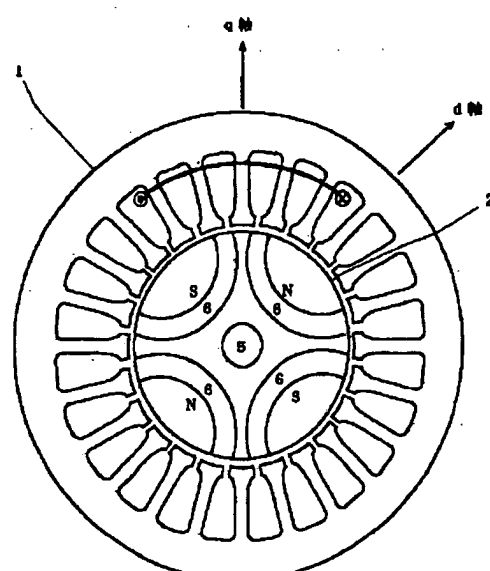
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 K 29/00

H 0 2 K 29/00

Z